

# モモ ‘清水白桃’ の剪定量の違いが生理的落果 ならびに果実発育に及ぼす影響

福田 文夫・田渕 史子・久保田尚浩

(農業生産システム学講座)

## Effects of Pruning Levels on Physiological Fruit Drop and Fruit Development in ‘Shimizuhakuto’ Peach

Fumio Fukuda, Fumiko Tabuchi and Naohiro Kubota

(Department of Agricultural Production Systems)

Using ‘Shimizuhakuto’ peach trees maintained by light (LP) and heavy (HP) prunings, fruit development and shoot growth were investigated in relation to physiological fruit drop. The rate of split-pit fruits was significantly lower in LP trees than in HP trees, and the rate of dropped fruit in the former was also lower than in the latter although there was no significant. In LP trees shoot growth ceased by the end of May, while in HP trees the shoots continued to elongate until the end of June, corresponding to the end of stage 2 of fruit development. There was no significant difference in enlargement of normal and pit-split fruits between HP and LP trees. However, the enlargement of dropped fruits was more vigorous than those of pit-split fruit in HP and was by contrast inferior in LP trees. No difference in the growth of endosperm was observed between HP and LP trees. The growth of embryo in the fruits of HP trees was smaller than in those of LP trees from the beginning of stage 2, and the size of embryos of pit-split fruit were less than 50% in size compared to normal fruits in HP trees during stage 3. On the other hand, embryo of pit-split fruits in LP trees showed a similar growth to normal fruits until the end of stage 2. There was no difference in the size of endosperm and embryo of dropped fruit between HP and LP trees. Based on these results, the possible causes whereby light pruning might decrease physiological fruit drop in peach are discussed.

**Key words :** peach, physiological fruit drop, pruning level, fruit development, embryo length

### 緒 言

モモの生理的落果は、年によって約7割も発生する<sup>4,13)</sup>ことから、生産安定を図る上で大きな問題となっている。生理的落果の発生程度は品種によって大きく異なり、岡山県の主要品種である‘清水白桃’や‘白桃’で発生しやすい<sup>13)</sup>。

木村<sup>4)</sup>は、‘清水白桃’の生理的落果の発生要因として旺盛な果実肥大に伴って起こる核割れをあげている。しかし、著者ら<sup>2)</sup>の品種間の比較や摘果程度を変

えた実験では、‘清水白桃’は種子発育が劣ることから、生理的落果には核割れの発生だけでなく、核割れが発生する時点での種子の発育程度が密接に関係していると推察された。

ところで、生理的落果の発生には樹勢が関係するとした報告が多い<sup>1,5,8,13,14)</sup>。その多くは、枝の徒長が同化養分や窒素の利用に関して果実と競合するためであるとしている。このようなことから、近年、弱

---

Received October 1, 2001

剪定によって生理的落果の軽減と果実の品質安定を図るモモ生産者が増加している<sup>8,12,14</sup>。この方式は、剪定程度を弱め、枝数を多くすることで、新梢生長を果実発育の早い段階で停止させることにより、落果の抑制や果実品質を向上させようとするものである。しかし、この方式が生理的落果の発生ならびに新梢や果実の生長に対してどのような影響を及ぼしているかについてはほとんど知られていない。

本研究は、弱剪定で管理されている樹の生理的落果や新梢生長および果実発育を慣行の強剪定で管理されている樹と比較したものである。

### 材料と方法

岡山県都窪郡山手村のモモ園で栽培されている‘清水白桃’について、慣行の強剪定によって管理されている園地と弱剪定によって管理されている園地からそれぞれ3樹を選んだ。慣行の強剪定樹（以下、慣行剪定樹と呼ぶ）および弱剪定樹の剪定量は、それ

ぞれ、約50%と約20%であった(Fig. 1)。いずれの個体も2度の摘果を行い、Table 1に示したような着果量とした。

各樹20新梢の長さや葉数を、1999年4月23日から収穫時まで1週間ごとに調査した。また各樹15果を選び、5月14日から収穫時まで1週間ごとに果実径を測定した。生理的落果期には、各樹の落果数を調査し、落果率を算出した。

各樹6果を経時的に採取し、果実重と果実径を測定した後、半数の果実を、果肉、核および種子に分け、それぞれの新鮮重と大きさおよび核割れの有無を調査した。残りの半数については、種子をFAAで固定し、このうち果実発育第2期以降に採取した種子を用いて胚乳と胚の長さを測定した。なお、第2期初めの種子については、パラフィン包埋法により種子の薄層切片（厚さ10 $\mu$ m）を作製した後、顕微鏡下で胚乳と胚の長さを測定した。また、落下した果実について、果実重を測定後、核割れの有無を調査し、



Fig. 1 The ‘Shimizu Hakuto’ peach trees maintained by heavy (left) and light (right) prunings. Photos were taken just after pruning.

Table 1 The rate of fruit left after two thinnings and the number of leaves per fruit in ‘Shimizu Hakuto’ peach trees maintained by two pruning levels

Pruning level <sup>a)</sup>	No. of fruit per branch <sup>b)</sup>	Rate of fruit left at each thinning (%) <sup>c)</sup>		No. of leaves per fruit <sup>c)</sup>	
		First thinning	Second thinning	First thinning	Second thinning
Heavy	124.4	42.4	22.4	51.1	121.18
Light	76.9	21.4	17.8	92.1	129.83

<sup>a)</sup> In heavy and light prunings approximately 50 % and 20 % of the cane and branches were pruned, respectively.

<sup>b)</sup> Counted on April 29, 1999, corresponding to the set stage.

<sup>c)</sup> Measured on May 21 for the first thinning in both pruning levels, and on June 4 in heavy pruning or June 11 in light pruning for the second thinning.

摘出した種子を FAA で固定後、採取果と同様に胚乳と胚の長さを測定した。

## 結 果

新梢の伸長は、弱剪定樹では調査開始約 4 週間後の 5 月末にはほぼ停止し、葉数の増加も止まった (Fig. 2)。一方、慣行剪定樹の新梢では 5 月初めから旺盛に生長し、6 月末まで伸長および葉数の増加が続いた (Fig. 2)。

生理的落果の発生は、両剪定樹とも 6 月 21 日から 7 月 12 日にみられた。平均の落果率は慣行剪定樹の約 9 % に対し、弱剪定樹では約 2 % と慣行剪定樹よりも低かったが、両剪定樹とも樹によるばらつきが大きかったため有意差はなかった (Table 2)。核割れ果率は、慣行剪定樹が約 80 % と著しく高く、弱剪定樹ではその半分程度で有意に低かった (Table 2)。

果実は両剪定樹とも 2 重 S 字型の肥大を示し、肥大が緩慢となる果実発育第 2 期はいずれも 5 月 28 日から 7 月 2 日までであった。経時調査した果実を核割れしなかった果実 (以下、正常果と呼ぶ)、核割れした果実 (以下、核割れ果と呼ぶ) および落下した果実 (以下、落下果と呼ぶ) に分け、それぞれの肥大曲線を比較したところ、正常果と核割れ果の肥大には剪定量の違いによる差がみられなかった (Fig. 3)。しかしながら、落下した果実の肥大曲線には違いがみられ、慣行剪定樹では調査開始時から旺盛に肥大した果実が落下したのに対し、弱剪定樹では第 1 期の肥大の劣った果実が落下した (Fig. 3)。

核および種子の肥大には、慣行剪定樹と弱剪定樹との間に違いがみられなかったが (データ省略)、胚の生長は両剪定樹間で異なった。すなわち、胚乳については両剪定樹とも核割れの有無にかかわらず、第 1 期末から急速に生長し、第 2 期末にはほぼフルサイズに達した (Fig. 4)。一方、胚の生長は両剪定

樹間で様相が異なり、慣行剪定樹では正常果でも胚の肥大が劣り、第 3 期に入っても 15 mm であった。核割れ果の胚は第 2 期末以降も 4 mm 程度で推移した (Fig. 4)。一方、弱剪定樹では、核割れの有無に関係なく胚の生長開始が早く、核割れ果でも第 2 期末までは正常果と同様に生長を続け、第 3 期には 10 mm 前後の大きさであった (Fig. 4)。

落下果の胚乳と胚の長さは、両剪定樹ともそれぞれ約 14 mm と約 4 mm であった (Table 3)。これらの値は、核割れ果と比べて、弱剪定樹では小さく、慣行剪定樹では大差なかった (Fig. 4)。

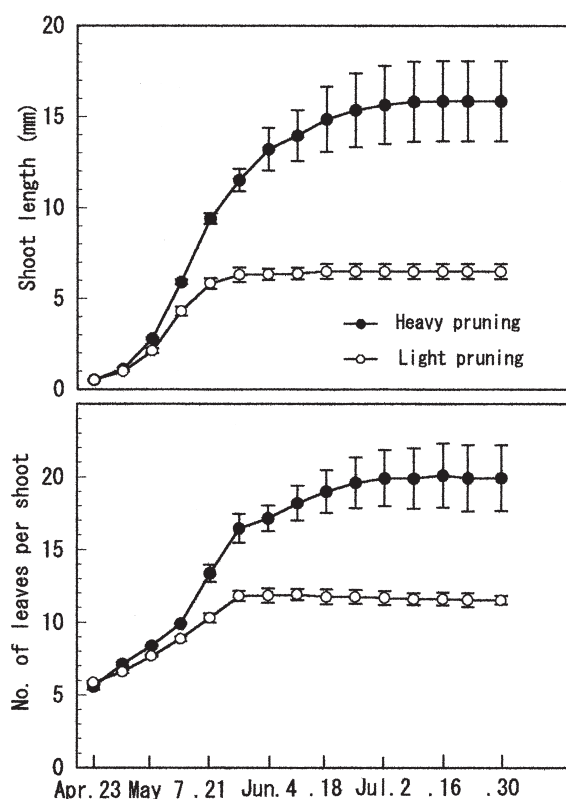


Fig. 2 Effects of pruning levels on shoot growth of 'Shimizu hakuto' peach trees. Vertical bars indicate SE (n=3).

Table 2 The rates of split-pit and dropped fruits in 'Shimizu hakuto' peach trees maintained by two pruning levels

Pruning level	No. of fruit investigated <sup>a)</sup>	No. of split-pit fruit	Rate of split-pit fruit (%)	No. of set fruit	No. of dropped fruit	Rate of dropped fruit (%)
Heavy	53	42.3	79.5 <sup>*b)</sup>	149.0	14.3	9.6 NS
Light	56	24.7	43.8	128.6	2.7	2.1

<sup>a)</sup> Fruit samples were collected from June 4 to harvest.

<sup>b)</sup> \*indicates significant difference at  $P > 0.05$  by t-test. NS indicates no significance.

# 考 察

調査を行った1999年は生理的落果の発生が比較的小なく、落果率には慣行剪定樹と弱剪定樹との間に有意な差がなかった。しかし、供試した3樹の落果率は慣行剪定樹が16%、9%および4%であったのに対し、弱剪定樹では2樹が約3%、1樹が0%と、弱剪定樹で低い傾向であった。このことは、供試樹を増やし、また生理的落果の激しい年の調査であれば、両剪定樹の落果率に有意な差が生じる可能性があることを示唆している。果実発育第3期まで新梢の生長が続く、いわゆる「遅伸び」を示す樹では、生理的落果しやすいと考えられている<sup>5,7,12,13,14</sup>。「遅伸び」が生理的落果の発生を促す論拠として、果実と枝梢との間の養分競合があげられている。慣行剪定樹では、果実が旺盛に肥大する第1期末や種子の発育に重要な第2期初めに新梢の生長が活発であった。一般に、剪定の程度を弱くすると、枝数が増し、同化養分が分散するため、枝の生長は抑制されると考えられている<sup>8,12,14</sup>。しかし、久保田・廣田<sup>9</sup>が指摘しているように、弱勢な樹でも著しい生理的落果を示すことがある。これには、葉数の少なさに伴う光合成産物の供給不足や根の養分吸収の低さが関係していると考えられる。黒田<sup>6</sup>も、樹体を遮光して同化産物の供給を抑制すると、果実内組織間での同化養分の分配に差がみられることを示している。本実験で供試

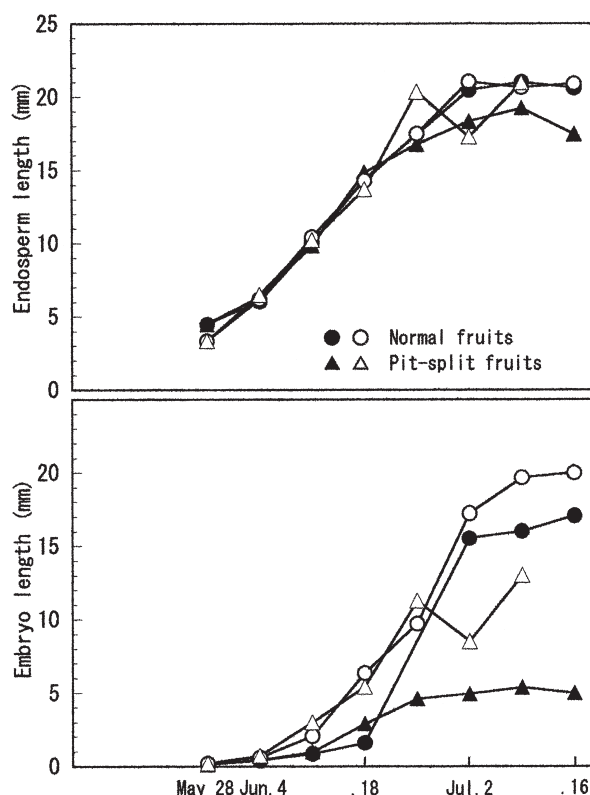


Fig. 4 Effects of pruning levels on the length of endosperm (upper) and embryo (lower) in 'Shimizu-hakuto' peach fruit. Closed or open circles and triangles are for heavy or light prunings, respectively.

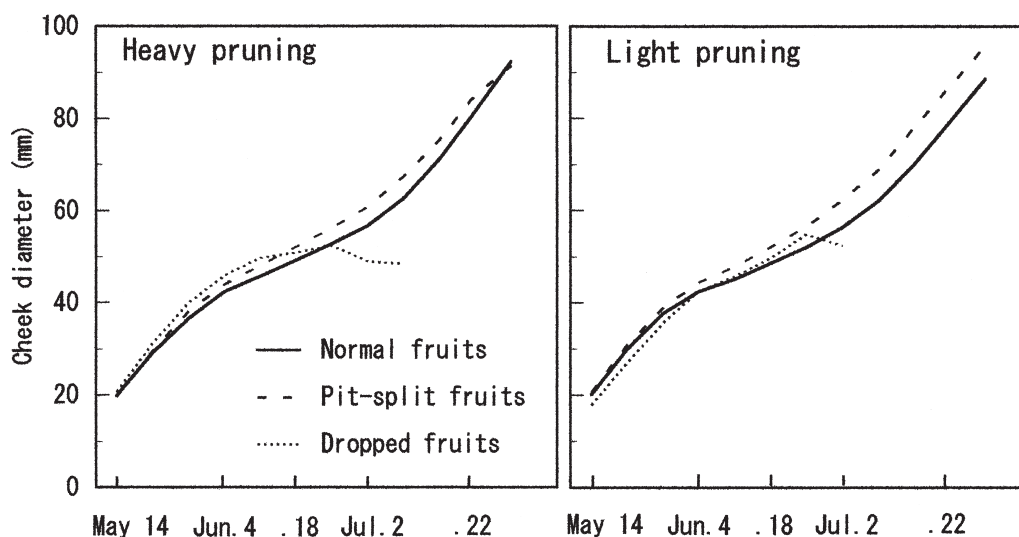


Fig. 3 The fruit growth curves in 'Shimizu-hakuto' peach trees maintained by heavy (left) and light (right) prunings. Fruits were classified into three types, that is normal, pit-split and dropped fruit.



Table 3 The size of seed, endosperm and embryo in the dropped fruits of ‘Shimizuhakuto’ peach trees maintained by two pruning levels<sup>a)</sup>

Pruning level	No. of fruit investigated	Length (mm)		
		Seed	Endosperm	Embryo
Heavy	37	21.6±0.16	14.1±0.46	4.1±0.47
Light	8	21.5±0.17	14.2±0.51	4.3±0.53

<sup>a)</sup> Physiological fruit drop occurred from June 21 to July 12 irrespective of pruning level.

した弱剪定樹では、果実発育第1期の半ばから新梢の伸長が停止し、葉数が慣行剪定樹の半分程度であった。しかし、第1表に示したように早期の強い摘果によって果実数を総結果数の20%程度まで少なくすると、弱剪定樹の葉果比は慣行剪定樹よりも高くなった。両剪定樹の果実肥大に違いがみられなかったことは、果実への同化産物の供給に両剪定樹間で大差なかったことを示している。

核割れは生理的落果の発生に最も密接に関係するとされている<sup>4,10,12,13)</sup>が、弱剪定樹の核割れ果率は慣行剪定樹の半分程度と有意に低かった。両剪定樹とも核割れ果の肥大は正常果よりも第1期末から優れており、核割れ果の肥大過程には両剪定樹間に違いがなかった。このことから、弱剪定樹では核割れするほどの肥大の旺盛な果実の割合が少なかったと考えられる。しかし、生理的落果が低かった弱剪定樹においても核割れ果が半数近くあったことから、弱剪定樹には核割れ果率の低さ以外に生理的落果を軽減する別の要因が存在しているように思われた。

本調査において、慣行剪定樹では落下果が核割れ果よりも旺盛に肥大し、木村の報告<sup>4)</sup>と一致した。一方、弱剪定樹では肥大の劣った果実が落下した。このことは、慣行剪定樹と弱剪定樹とでは落下する果実に質的な違いがあることを意味しており、生理的落果は旺盛な果実肥大に伴う核割れに起因するとした木村<sup>4)</sup>の推察とは異なるメカニズムが存在する可能性を示している。一方、落下果実で両剪定樹とも胚の生長が劣っていた。このことは、果実の肥大の良否と種子内組織の生長の良否とが必ずしも一致しないことを示唆している。著者ら<sup>2)</sup>は、果実肥大が優れた‘清水白桃’の胚生長は他品種に比べて劣りがちであることを報告した。本研究における両剪定樹間の胚生長の違いは、既報<sup>3)</sup>の摘果程度を2段階に変えた実験の結果と類似した。すなわち、慣行剪定樹の結果

は落果率の高かった強摘果区のもの、また弱剪定樹の結果は落果率の低かった弱摘果区のもの一致した。胚の生長と落果の発生程度との関係における本研究の結果と摘果程度を変えた既報<sup>3)</sup>の結果との一致から、生理的落果の発生には胚の大きさが深く関係していると推察された。和中<sup>11)</sup>は、落果を誘発させるために種子に通じる維管束を切断したところ、胚の大きさが5 mm以上に達した果実では落果が減少するとしている。一般に、核割れに付随して種子へ通じる維管束が切断され、種子への養分供給が断たれることで胚の生長が阻害されると考えられている<sup>9,10,12)</sup>が、本実験において弱剪定樹の胚は核割れ果でも10 mm程度まではほぼ直線的に生長した。一方、慣行剪定樹の核割れ果では胚が4 mm程度で生長を停止していた。したがって、慣行剪定樹でみられた落果の多さには、これら個体での胚生長の弱さが関係していると推察される。

本研究において、胚の生長と新梢生長の停止時期との関係については明確でなかったが、慣行剪定樹における胚の生長不良には以下のようなことが関係していると考えられる。すなわち、種子の発育が盛んとなる時期に新梢生長が活発であったことから、果実と新梢との間に養分競合が生じた可能性や、第1期末以降も新梢当たりの葉数が大きく増加したことから、第1期末から第2期にかけての果実肥大が旺盛となり、果肉と種子との間で養分競合が生じた可能性などが考えられる。

## 要 約

モモ ‘清水白桃’ について、生理的落果の軽減に有効とされている弱剪定樹の果実発育や新梢生長の様相を慣行剪定樹と比較した。弱剪定樹では核割れの発生程度が慣行剪定樹よりも有意に低く、落果率も低い傾向であった。新梢生長は、弱剪定樹では5月

末までにはほぼ停止したのに対し、慣行剪定樹では果実発育第 2 期末の 6 月末まで続いた。正常果と核割れ果の果実肥大には両剪定樹間に差がなかったが、落下した果実の肥大は、慣行剪定樹では核割れ果よりも旺盛であったのに対し、弱剪定樹では逆に劣った。胚乳の生長には両剪定樹間に違いがなかった。胚の生長は、慣行剪定樹では第 2 期初め以降弱剪定樹よりも劣り、また核割れ果の胚は正常果の半分以上の大きさであった。一方、弱剪定樹では核割れ果の胚も第 2 期末までは正常果と同様の生長を示した。落果した果実の胚乳と胚の大きさには両剪定樹間に差がなかった。これらの結果から、弱剪定樹で生理的落果が少ない理由について考察した。

### 謝 辞

本調査を行うに当たり、モモ樹を使用させて頂いたモモ栽培農家の秋山新一郎氏と三宅実氏、および調査方法についてご助言を頂いた倉敷農業改良普及センターの平松竜一氏と倉藤祐輝氏に厚く御礼申し上げます。

### 文 献

- 1) Caruso, T., D. Giovannini, F. P. Marra and F. Sottile: Two new planting systems for early ripening peach (*Prunus persica* L. Batsch): Yield and fruit quality in four low-chill cultivars. J. Hort. Sci., **72**, 873-883 (1997)
- 2) 福田文夫・横山直美・吉村隆二・久保田尚浩: 生理的落果との関連からみたモモ‘清水白桃’の果実発育の特徴. 園芸学会雑誌, **70**, 473-480 (2001)
- 3) 福田文夫・吉村隆二・久保田尚浩: モモ‘清水白桃’果実における<sup>13</sup>C同化産物の分配に及ぼす摘果程度と GA<sub>3</sub>処理の影響. 園芸学会雑誌, **70**別 1, 201 (2001)
- 4) 木村 剛: モモ‘清水白桃’の果実肥大過程の相違と生理的落果. 岡山農業試験場研究報告, **9**, 53-56 (1991)
- 5) 久保田尚浩・廣田信一: モモ‘清水白桃’と‘白桃’における生理的落果と樹勢との関係. 農業及び園芸, **68**, 1121-1124 (1993)
- 6) 黒田喜佐雄: モモの生理的落果に関する研究(とくに受精果の落果の原因と対策). 大阪府立大学学位論文(1975)
- 7) 中野幹夫・鶴田俊吾・石田雅士: モモ‘白桃’, 蟠桃及び交配系統02の着果特性(とくに結果枝の長さの違いによる生理的落果について). 京都府立大学農学部農場報告, **18**, 1-9 (1998)
- 8) 中山 仁: 山根白桃などの中生種 大藤方式, 弱剪定. 農業技術体系果樹編 6 (モモ, ウメ, スモモ, アンズ), pp. 1-13, 農文協, 東京 (1984)
- 9) Tukey, H. B.: Development of cherry and peach fruits as affected by destruction of the embryo. Bot. Gaz., **98**, 1-24 (1936)
- 10) 瓜生康之・五井伸明・中野幹夫・片岡丈彦・石田雅士: モモ果実における核割れ発生要因. 園芸学会雑誌, **64**別 2, 110-111 (1995)
- 11) 和中 学: モモ‘清水白桃’における胚発育と生理的落果との関係. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告, **2**号, 71-86 (2001)
- 12) 依田征四: モモの生理的落果防止技術の確立. 新技術—近畿中国地域における—, **13**, 45-54 (1979)
- 13) 依田征四・岩田信一・繁田充保・海野孝章: 岡山県南部地帯における晩生モモの生理的落果(第 1 報)後期落果の症状とそれを誘発する 2~3 の要因について. 園芸学会研究発表要旨, **昭50秋**, 64-65 (1980)
- 14) 吉田賢児: モモ栽培の実際. pp. 199-222, 農文協, 東京 (1980)